

#2 P.2  
日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年11月28日

出願番号  
Application Number:

特願2000-360502

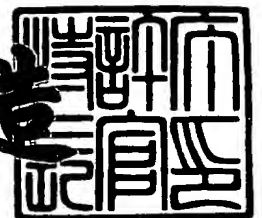
出願人  
Applicant(s):

住友重機械工業株式会社

2001年 6月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3060905

【書類名】 特許願

【整理番号】 DK2660

【提出日】 平成12年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 7/14

【発明の名称】 ギャップ調節装置及び調節方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都田無市谷戸町2丁目1番1号 住友重機械工業株式会社 田無製造所内

【氏名】 李 軒

【特許出願人】

【識別番号】 000002107

【氏名又は名称】 住友重機械工業株式会社

【代表者】 日納 義郎

【代理人】

【識別番号】 100091340

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 敬四郎

【電話番号】 03-3832-8095

【選任した代理人】

【識別番号】 100105887

【弁理士】

【氏名又は名称】 来山 幹雄

【電話番号】 03-3832-8095

【選任した代理人】

【識別番号】 100108394

【弁理士】

【氏名又は名称】 今村 健一

【電話番号】 03-3832-8095

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9913043

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 ギャップ調節装置及び調節方法  
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクパターンが形成されたマスクを固定して保持するマスクチャックと、

前記マスクチャックを保持し、該マスクチャックに固定されているマスクのマスクパターンが形成された面に対して垂直な第 1 の方向に、前記マスクチャックを移動させることができる第 1 のレベリング機構と、

前記第 1 のレベリング機構を支持するマスクステージと、

ウエハを、その被露光面が前記マスクに対向するように保持するウエハチャックと、

前記ウエハチャックを、前記第 1 の方向に移動させることができる第 2 のレベリング機構と、

前記第 2 のレベリング機構を支持するウエハステージと、

前記マスクステージに取り付けられ、前記ウエハチャックに固定されたウエハの被露光面までの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 1 の距離センサと、

前記ウエハステージに取り付けられ、前記マスクチャックに固定されたマスクの表面までの、前記第 1 の方向に関する距離、及び前記第 1 の距離センサまでの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 2 の距離センサとを有するギャップ調節装置。

【請求項 2】 さらに、前記マスクチャックと第 1 の距離センサとの相対位置を固定したまま、該マスクチャックと第 1 の距離センサとを、前記第 1 の方向に直交する 2 次元方向に移動させる第 1 の 2 次元移動機構を有する請求項 1 に記載のギャップ調節装置。

【請求項 3】 さらに、前記第 2 のセンサは動かすことなく、前記ウエハチャックを、前記第 1 の方向に直交する 2 次元方向に移動させる第 2 の 2 次元移動機構を有する請求項 1 または 2 に記載のギャップ調節装置。

【請求項 4】 さらに、前記第 2 の距離センサから前記第 1 の距離センサま

での距離を $D_A$ 、前記第2の距離センサから前記マスクの表面までの距離を $D_B$ 、前記第1の距離センサから前記ウエハの被露光面までの距離を $D_D$ としたとき、 $D_D - (D_A - D_B)$ と目標値とを比較し、 $D_D - (D_A - D_B)$ が目標値に近づくように、前記第1のレベリング機構もしくは第2のレベリング機構を動作させる制御装置を有する請求項1～3のいずれかに記載のギャップ調節装置。

【請求項5】 第1の測定対象物の第1の表面、及び第2の測定対象物の第2の表面の双方が第1の方向に対して垂直になるように、該第1の表面と第2の表面とを対向させて、前記第1及び第2の測定対象物を配置する工程と、

第1の距離センサから第2の距離センサまでの第1の方向に関する距離 $D_A$ を測定する工程と、

前記第2の距離センサから第1の測定対象物の表面までの、前記第1の方向に関する距離 $D_B$ を測定する工程と、

前記第1の距離センサから前記第2の測定対象物の第2の表面までの、前記第1の方向に関する距離 $D_D$ を測定する工程と、

$D_D - (D_A - D_B)$ が目標値に近づくように、前記第1及び第2の測定対象物の少なくとも一方を前記第1の方向に移動させる工程とを有するギャップ調節方法。

【請求項6】 第1の表面を有する第1の測定対象物を固定して保持する第1の保持部材と、

前記第1の保持部材を保持し、該第1の保持部材に固定されている第1の測定対象物の第1の表面に対して垂直な第1の方向に、前記第1の保持部材を移動させることができる第1のレベリング機構と、

前記第1のレベリング機構を支持する第1のステージと、

第2の表面を有する第2の測定対象物を、該第2の表面が前記第1の表面に対向するように保持する第2の保持部材と、

前記第2の保持部材を、前記第1の方向に移動させることができる第2のレベリング機構と、

前記第2のレベリング機構を支持する第2のステージと、

前記第1のステージに取り付けられ、前記第2の保持部材に固定された第2の

測定対象物の第 2 の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 1 の距離センサと、

前記第 2 のステージに取り付けられ、前記第 1 の保持部材に固定された第 1 の測定対象物の第 1 の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離、及び前記第 1 の距離センサまでの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 2 の距離センサと

を有するギャップ調節装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ギャップ調節装置及び調節方法に関し、特に、X線リソグラフィに用いられるウエハとマスクとのギャップの調節に適したギャップ調節装置及び調節方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

X線リソグラフィにおいては、通常、露光すべきウエハ表面上に、微少な間隙を隔ててマスクを配置し、マスクを通してウエハ表面を露光する。解像度及び位置合わせ精度を高めるために、ウエハとマスクとのギャップを精密に制御しなければならない。特に、ギャップが開きすぎると、半影ぼけにより解像度が低下するとともに、位置合わせ精度も低下する。

【0003】

ウエハとマスクとのギャップを測定する方法として、高分解能力カメラを使用した画像処理を利用する方法や、高分解能力カメラと静電容量センサとを組み合わせで使用する方法が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

高分解能力カメラは高価であるし、大きな設置スペースを必要とする。このため、露光装置の小型化及び低価格化が困難になる。

【0005】

本発明の目的は、小型化及び低価格化を図ることが可能なギャップ調節装置を提供することである。

## 【 0 0 0 6 】

本発明の他の目的は、上記のギャップ調節装置を用いたギャップ調節方法を提供することである。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の一観点によると、マスクパターンが形成されたマスクを固定して保持するマスクチャックと、前記マスクチャックを保持し、該マスクチャックに固定されているマスクのマスクパターンが形成された面に対して垂直な第1の方向に、前記マスクチャックを移動させることができる第1のレベリング機構と、前記第1のレベリング機構を支持するマスクステージと、ウエハを、その被露光面が前記マスクに対向するように保持するウエハチャックと、前記ウエハチャックを、前記第1の方向に移動させることができる第2のレベリング機構と、前記第2のレベリング機構を支持するウエハステージと、前記マスクステージに取り付けられ、前記ウエハチャックに固定されたウエハの被露光面までの、前記第1の方向に関する距離を測定することができる第1の距離センサと、前記ウエハステージに取り付けられ、前記マスクチャックに固定されたマスクの表面までの、前記第1の方向に関する距離、及び前記第1の距離センサまでの、前記第1の方向に関する距離を測定することができる第2の距離センサとを有するギャップ調節装置が提供される。

## 【 0 0 0 8 】

第2の距離センサから第1の距離センサまでの距離を $D_A$ 、第2の距離センサからマスクの表面までの距離を $D_B$ 、第1の距離センサからウエハの被露光面までの距離を $D_D$ とすると、マスクとウエハとの間隔が、 $D_D - (D_A - D_B)$ で与えられる。この間隔の測定値と目標値とを比較し、 $D_D - (D_A - D_B)$ が目標値に近づくように、第1のレベリング機構もしくは第2のレベリング機構を動作させることにより、マスクとウエハとの間隔を調節することができる。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の他の観点によると、第 1 の測定対象物の第 1 の表面、及び第 2 の測定対象物の第 2 の表面の双方が第 1 の方向に対して垂直になるように、該第 1 の表面と第 2 の表面とを対向させて、前記第 1 及び第 2 の測定対象物を配置する工程と、第 1 の距離センサから第 2 の距離センサまでの第 1 の方向に関する距離  $D_A$  を測定する工程と、前記第 2 の距離センサから第 1 の測定対象物の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離  $D_B$  を測定する工程と、前記第 1 の距離センサから前記第 2 の測定対象物の第 2 の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離  $D_D$  を測定する工程と、 $D_D - (D_A - D_B)$  が目標値に近づくように、前記第 1 及び第 2 の測定対象物の少なくとも一方を前記第 1 の方向に移動させる工程とを有するギャップ調節方法が提供される。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の他の観点によると、第 1 の表面を有する第 1 の測定対象物を固定して保持する第 1 の保持部材と、前記第 1 の保持部材を保持し、該第 1 の保持部材に固定されている第 1 の測定対象物の第 1 の表面に対して垂直な第 1 の方向に、前記第 1 の保持部材を移動させることができる第 1 のレベリング機構と、前記第 1 のレベリング機構を支持する第 1 のステージと、第 2 の表面を有する第 2 の測定対象物を、該第 2 の表面が前記第 1 の表面に対向するように保持する第 2 の保持部材と、前記第 2 の保持部材を、前記第 1 の方向に移動させることができる第 2 のレベリング機構と、前記第 2 のレベリング機構を支持する第 2 のステージと、前記第 1 のステージに取り付けられ、前記第 2 の保持部材に固定された第 2 の測定対象物の第 2 の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 1 の距離センサと、前記第 2 のステージに取り付けられ、前記第 1 の保持部材に固定された第 1 の測定対象物の第 1 の表面までの、前記第 1 の方向に関する距離、及び前記第 1 の距離センサまでの、前記第 1 の方向に関する距離を測定することができる第 2 の距離センサとを有するギャップ調節装置が提供される。

## 【 0 0 1 1 】

第 2 の距離センサから第 1 の距離センサまでの距離を  $D_A$ 、第 2 の距離センサからマスクの表面までの距離を  $D_B$ 、第 1 の距離センサからウエハの被露光面までの距離を  $D_D$  とすると、マスクとウエハとの間隔が、 $D_D - (D_A - D_B)$  で与え



られる。この間隔の測定値と目標値とを比較し、 $D_D - (D_A - D_B)$  が目標値に近づくように、第 1 のレベリング機構もしくは第 2 のレベリング機構を動作させることにより、マスクとウエハとの間隔を調節することができる。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

図 1 に、本発明の実施例によるギャップ調節装置の概略図を示す。マスクステージ 1 とウエハステージ 50 とが、マスク及びウエハを保持する面同士を対向させるように、ほぼ平行に配置されている。マスクステージ 1 及びウエハステージ 50 の対向面に対して垂直な方向を Z 軸とする XYZ 直交座標系を導入する。

#### 【0013】

マスクステージ 1 の対向面上に、レベリング機構 10 を介してマスクチャック 5 が取り付けられている。マスクパターンが形成されたマスク 3 がマスクチャック 5 に真空吸着される。レベリング機構 10 は、マスクステージ 1 の対向面からマスク 3 までの Z 軸方向に関する高さ（マスクパターンが形成された面に垂直な方向の高さ）を調節することができる。マスクステージ 1 の対向面上に、さらに、静電容量センサ 7A～7C が取り付けられている。静電容量センサ 7A～7C は、図 2 に示すように、それぞれマスクチャック 5 と中心を共有する仮想的な正三角形の頂点に相当する位置に配置されている。静電容量センサ 7A～7C の各々は、当該静電容量センサに対向する XY 面に平行な導電性の表面までの距離を測定することができる。マスクステージ 1 は、2次元移動機構 9 を動作させることによって、その対向面に平行な 2次元方向、すなわち X 方向及び Y 方向に移動する。

#### 【0014】

ウエハステージ 50 の対向面上に、レベリング機構 58 を介して 2次元移動機構 60 が取り付けられている。2次元移動機構 60 に、ウエハチャック 54 が取り付けられている。ウエハチャック 54 は、ウエハ 52 を真空吸着する。ウエハ 52 がウエハチャック 54 に吸着された状態で、ウエハ 52 の被露光面が XY 面にほぼ平行になり、マスク 3 に対向する。

#### 【0015】

レベリング機構 5 8 は、ウエハステージ 5 0 の対向面からウエハ 5 2 までの高さを調節する。2 次元移動機構 6 0 は、ウエハ 5 2 を、その被露光面に平行な 2 次元方向、すなわち X 方向及び Y 方向に移動させることができる。ウエハステージ 5 0 の対向面上に、さらにレーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C が取り付けられている。レーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C は、それぞれ静電容量センサ 7 A ~ 7 C に対応する位置に配置されている。各レーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C は、当該レーザ変位計に対向する X Y 面にほぼ平行な平面までの、Z 軸方向に関する距離を測定することができる。

## 【 0 0 1 6 】

レベリング機構 1 0、5 8、2 次元移動機構 9、6 0、静電容量センサ 7 A ~ 7 C、及びレーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C は、制御装置 7 0 により制御される。X 線 2 0、例えばシンクロトロン放射光が、マスクステージ 1 側からマスク 3 を照射し、マスク 3 に形成されたパターンがウエハ 5 2 の被露光面に転写される。

## 【 0 0 1 7 】

次に、図 1 に示した X 線露光装置において、マスク 3 とウエハ 5 2 とのギャップを調節する方法を説明する。

## 【 0 0 1 8 】

3 つのレーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C のキャリブレーション、及び 3 つの静電容量センサ 7 A ~ 7 C のキャリブレーションは既に終了しているものとする。すなわち、ウエハステージ 5 0 の対向面から一定の高さに位置する平面までの距離を測定した場合、レーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C による測定値は全て一致する。また、マスクステージ 1 の対向面から一定の高さに位置する平面までの距離を測定した場合、静電容量センサ 7 A ~ 7 C による測定値は全て一致する。

## 【 0 0 1 9 】

マスクチャック 5 にマスク 3 を固定し、ウエハチャック 5 4 にウエハ 5 2 を固定する。ウエハ 5 2 の被露光面上の一直線上にない 3 箇所において、それぞれ 3 つの静電容量センサ 7 A ~ 7 C から被露光面までの距離を測定し、すべての測定結果が一致するように、レベリング機構 5 8 を駆動する。次に、マスク 3 の表面上の一直線上にない 3 箇所において、レーザ変位計 5 6 A ~ 5 6 C のいずれかを

用いてレーザ変位計からマスク表面までの距離を測定し、3つの測定結果が一致するようにレベリング機構10を駆動する。マスク3の表面上の被測定点がレーザ変位計の正面に位置するように、2次元移動機構9を動作させることにより、レーザ変位計から被測定点までの距離を測定することができる。これにより、マスク3のマスクパターンが形成された面とウエハ52の被露光面とが平行になる。静電容量センサ7A~7C及びレーザ変位計56A~56Cが、それぞれ3個ずつ準備されているため、レベリング処理を行う時のマスク3及びウエハ52のX方向及びY方向への移動距離を短くすることができる。

## 【0020】

このレベリング処理時に、レーザ変位計56Aからマスク3の表面までの、Z軸方向に関する距離 $D_B$ が測定される。

## 【0021】

次に、2次元移動機構9を動作させ、静電容量センサ7Aをレーザ変位計56Aの正面に位置させる。レーザ変位計56Aを用いて、レーザ変位計56Aから静電容量センサ7Aの表面までの距離 $D_A$ を測定する。なお、距離 $D_A$ は、マスク3及びウエハ52を取り替えても変動しないため、マスク3やウエハ52の取替え毎に測定を行う必要はない。距離 $D_A$ と距離 $D_B$ との差は、静電容量センサ7Aの表面とマスク3の表面との間隔 $D_C$ に相当する。

## 【0022】

静電容量センサ7Aを用いて、静電容量センサ7Aの表面からウエハ52の被露光面までの、Z軸方向に関する距離 $D_D$ を測定する。マスク3の表面とウエハ52の被露光面との間隔 $G$ が、次式により求まる。

## 【0023】

## 【数1】

$$G = D_D - D_C = D_D - (D_A - D_B)$$

計算により求められた間隔 $G$ と、目標値との差分を計算する。レベリング機構58を駆動することにより、ウエハ52を、この差分だけ移動させる。以上の工程で、マスク3とウエハ52との間隔が目標値に近づくように、両者の間隔を調節することができる。

## 【0024】

理想的には、2次元移動機構60を動作させても間隔Gは変動しないが、実際には2次元移動機構60の移動精度の範囲内で間隔Gが変動する。ただし、2次元移動機構60を動作させても、距離 $D_A$ 及び $D_B$ は変化しない。このため、2次元移動機構60を動作させて、ウエハ52の被露光面内の被露光領域を移動させた後、距離 $D_D$ のみを再測定することにより、間隔Gの変動を検出し、間隔Gのずれを補償することができる。

## 【0025】

上記実施例によるX線露光装置では、高分解能カメラを用いることなくマスクとウエハ間の間隔を測定することができる。高価で比較的大きな高分解能カメラを用いる必要がないため、露光装置の小型化、低価格化を図ることができる。

## 【0026】

レーザ変位計による測定誤差は、 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 程度であり、静電容量センサによる測定誤差は $\pm 10 \text{ nm}$ 程度である。従って、距離 $D_A$ 及び $D_B$ の各々に、最大誤差 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ が含まれ、距離 $D_D$ に最大誤差 $\pm 0.01 \mu\text{m}$ が含まれる。このため、約 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ の精度で間隔Gを求めることができる。

## 【0027】

上記実施例では、静電容量センサ7A~7Cとレーザ変位計56A~56Cとを3個ずつ配置した場合を説明したが、静電容量センサとレーザ変位計とは、少なくとも一つずつ配置すればよい。2次元移動機構60を動作させることにより、ウエハ52の被露光面上の3箇所において、静電容量センサとウエハ52との間の距離を測定することができる。同様に、2次元移動機構9を動作させることにより、マスク3の表面上の3箇所において、レーザ変位計とマスク3の表面との距離を測定することができる。

## 【0028】

また、上記実施例では、ウエハステージ50上にレーザ変位計を配置し、マスクステージ1上に静電容量センサを配置したが、その他の距離センサを配置してもよい。例えば、マスク3の表面のうちマスクパターンが形成されていない領域に導電膜を形成しておく、レーザ変位計の代わりに静電容量センサを用いるこ

とができる。静電容量センサは、レーザ変位計に比べて、低価格、高精度、かつ小型であるため、露光装置のコストダウン及び小型化を図ることができる。

【 0 0 2 9 】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、マスクとウエハとの間隔を、比較的安価に、かつ高精度に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例による X 線露光装置のマスク及びウエハ部分の概略図である。

【図 2】 マスクステージ上に取り付けられたマスクチャックと静電容量センサの正面図である。

【符号の説明】

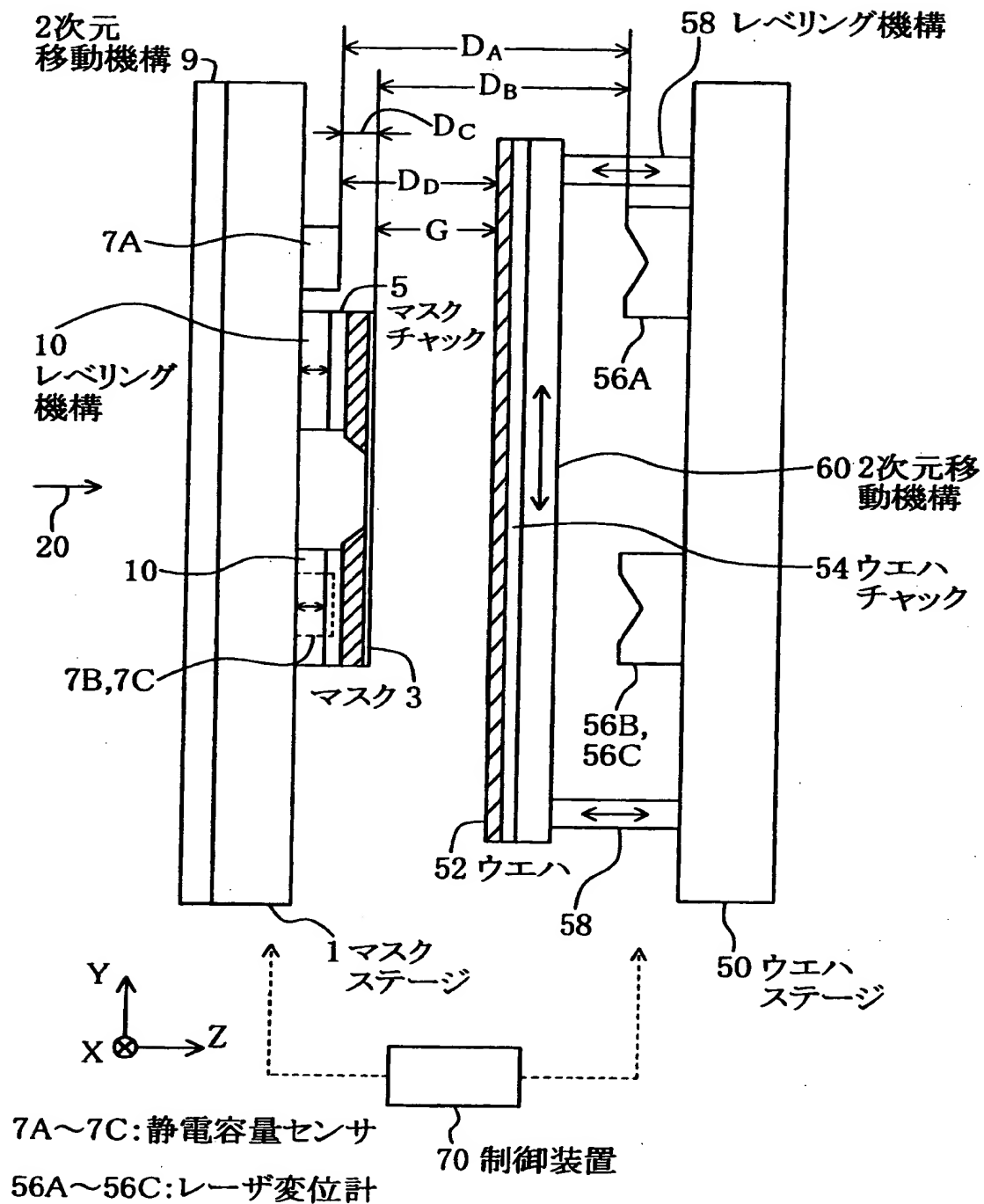
- 1 マスクステージ
- 3 マスク
- 5 マスクチャック
- 7 A ~ 7 C 静電容量センサ
- 9 2 次元移動機構
- 1 0 レベリング機構
- 2 0 X 線
- 5 0 ウエハステージ
- 5 2 ウエハ
- 5 4 ウエハチャック
- 5 6 A ~ 5 6 C レーザ変位計
- 5 8 レベリング機構
- 6 0 2 次元移動機構

特 2 0 0 0 - 3 6 0 5 0 2

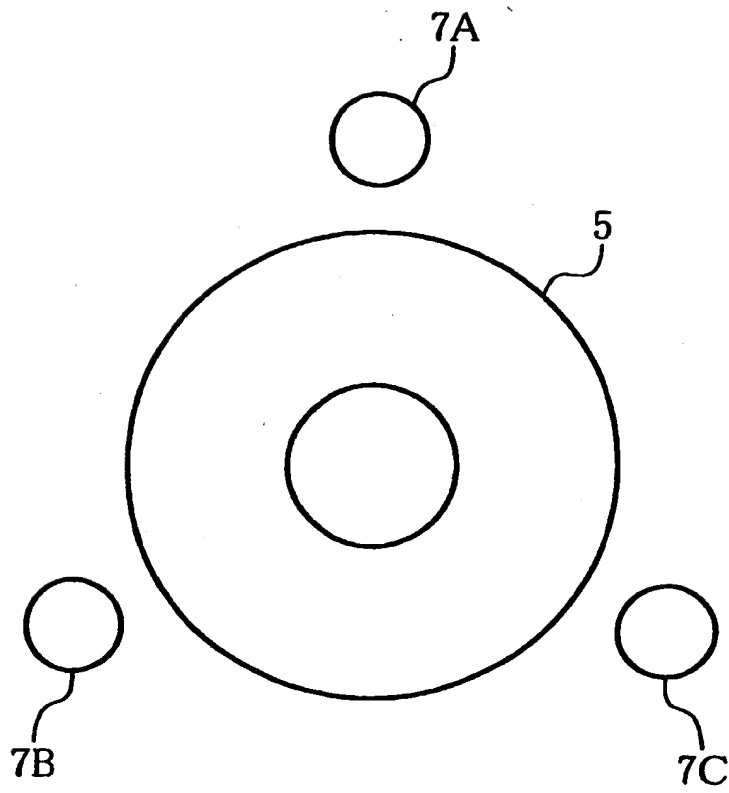
7 0 制御装置

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化及び低価格化を図ることが可能なギャップ調節装置を提供する

【解決手段】 第1のレベリング機構が、マスクチャックを保持し、マスクチャックに固定されているマスクのマスクパターンが形成された面に対して垂直な第1の方向に、マスクチャックを移動させる。マスクステージが第1のレベリング機構を支持する。第2のレベリング機構が、ウエハチャックを保持する。ウエハチャックに保持されたウエハの被露光面がマスクに対向する。第2のレベリング機構は、ウエハチャックを第1の方向に移動させることができる。ウエハステージが第2のレベリング機構を支持する。マスクステージに取り付けられた第1の距離センサが、ウエハの被露光面までの距離を測定する。ウエハステージに取り付けられた第2の距離センサが、マスクの表面までの距離、及び第1の距離センサまでの距離を測定する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002107]

1. 変更年月日	1994年 8月10日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都品川区北品川五丁目9番11号
氏 名	住友重機械工業株式会社